MINISTÈRE DES ARMÉES
Liberté
Égalité
Fraternité

ACADÉMIE MILITAIRE
SAINT-CYR COËTQUIDAN

UMR IRISA

Du génie logiciel pour le domaine militaire

Nicolas Belloir, Jérémy Buisson

8 juin 2022

MINISTÈRE
DES ARMÉES
Liberté
Égalité
Fraternité

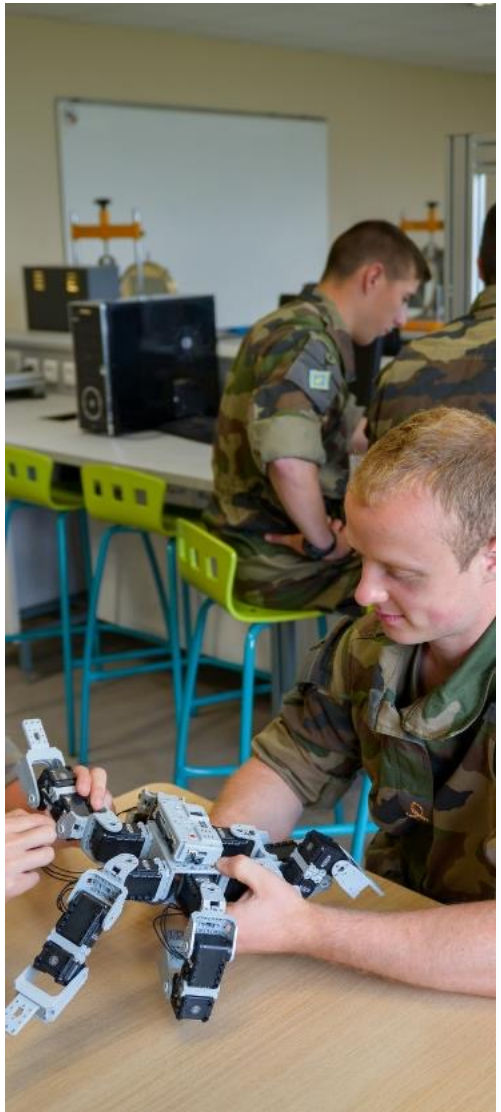
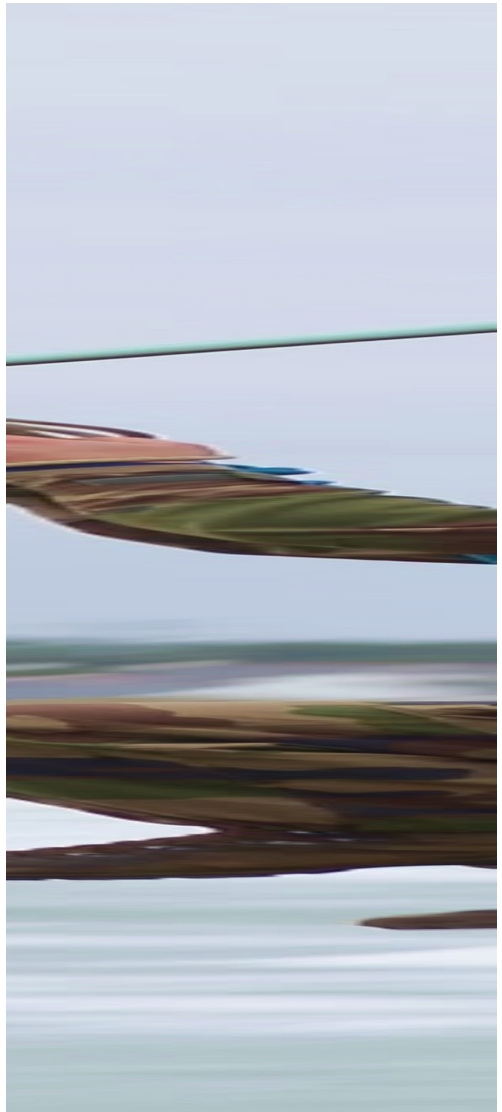
ACADÉMIE
MILITAIRE
SAINT-CYR COËTQUIDAN

L'Académie militaire de Saint-Cyr Coëtquidan

MINISTÈRE DES ARMÉES
Liberté
Égalité
Fraternité

La singularité : une formation intégrée

ACADÉMIE MILITAIRE
SAINT-CYR COËTQUIDAN

Quelques chiffres clefs

2000 élèves formés par an :

- 1000 élèves en stage long soit **une hausse des effectifs de 54% depuis 2016 ;**
- 1000 élèves en stage court avec une grande variété de stages.

28 actions de formation par an.

Un encadrement de 487 militaires et 148 civils dont 70 professeurs.

Une dizaine d'organismes différents sur le site.

3,4 M€ de budget « métier ».

CReC – Centre de Recherche de Coëtquidan

MINISTÈRE DES ARMÉES
Liberté Égalité Fraternité

ACADÉMIE MILITAIRE SAINT-CYR COËTQUIDAN

Relations laboratoires extérieurs

- Droit
- Ethique – Philosophie
- Relations internationales
- Histoire militaire
- Sociologie – Communicati
- Electronique et télécommu
- Informatique et mathémat
- Mécanique et matériaux
- Economie - Gestion

GEODE

IETR

UMR IRISA

iRDL Institut de Recherche Dupuy de Lôme UMR CNRS 6027

Pôles pluridisciplinaires

- **Ethique et environnement juridique**
- **Défense et sécurité européennes**
- **Mutation des conflits**
- **Sciences et technologies de la Défense**

Observatoires

- **Enjeux nouvelles technologies**
- **Fait religieux**

Chaires

- **Territoire National (TN)** — *AdP*
- **Centre d'expertise « Lutte contre le terrorisme »** — *SNCF*
- **Leadership et Commandement**
- **Cyberdéfense et cybersécurité** — *Sogeti / Thales*
- **« Jean Monnet »** — *UE*
- **Soldat augmenté** — *Safran*
- **IA** — *Nexter*
- **Cyber (Thales)** — *En création*

MINISTÈRE
DES ARMÉES
Liberté
Égalité
Fraternité

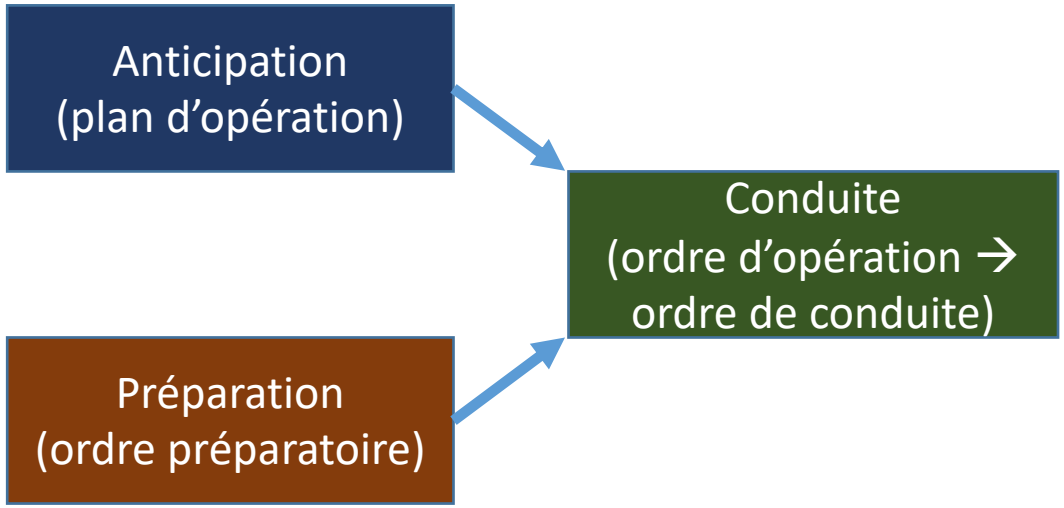
ACADÉMIE
MILITAIRE
SAINT-CYR COËTQUIDAN

Modélisation de l'opération militaire

En collaboration avec Olivier Bartheye, Lionel Touseau

Plan et ordre d'opération

- Un exemple de canevas: STANAG 2014 (OTAN)



Standardisation de la structure et du contenu, langue naturelle mais vocabulaire standardisé: APP 6 (OTAN), TTA 106 (France)

Copy No. _____ of _____ copies
Issuing Headquarters
Place of Issue (may be in code)
Date-Time Group of Signature
Message Reference No.

TYPE AND SERIAL NUMBER OF OPERATION

References

Time Zone used throughout the Order:

Task Organization

1. SITUATION
   a. Enemy Force
   b. Friendly Forces
   c. Attachments and Detachments
   d. Commanders Evaluation
2. MISSION
3. EXECUTION
   Intent
   a. Concept of Operations
   b.
   c.
   d. Coordinating Instructions
4. ADMINISTRATION/LOGISTICS
5. COMMAND AND SIGNAL

ACKNOWLEDGE:

NAME (Commander's last name)

RANK

OFFICIAL: (Authentication)

APPENDIXES:

DISTRIBUTION:

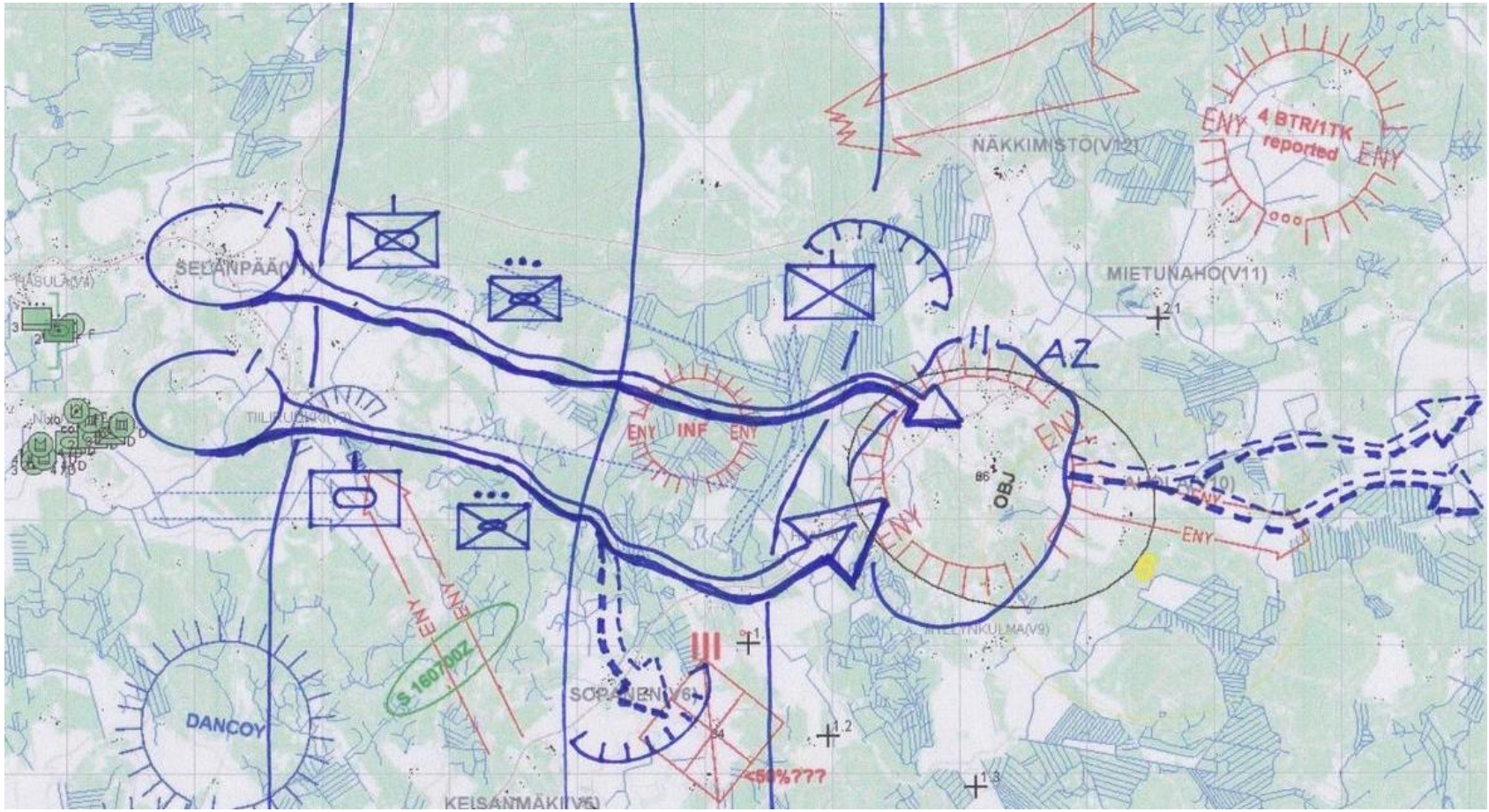
NOTES:

SECURITY CLASSIFICATION

Ordres graphiques

Un vocabulaire standardisé, mais aussi des notations graphiques:

- APP 6 (OTAN)
- TTA 106 (France)
- MIL-STD-2525 (USA)



Ordres gestuels

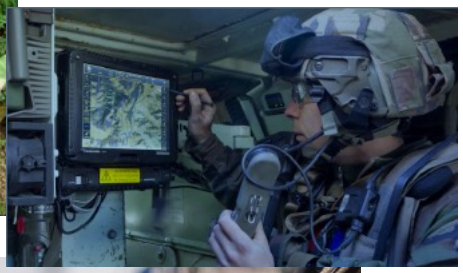
Aux bas échelons, pour des tâches élémentaires, standardisation de gestes

- TTA 150 (France)

Numérisation de l'espace de bataille

Network-centric warfare

Situation tactique partagée



Combat collaboratif

Distribution des effecteurs, robotisation & automatisation

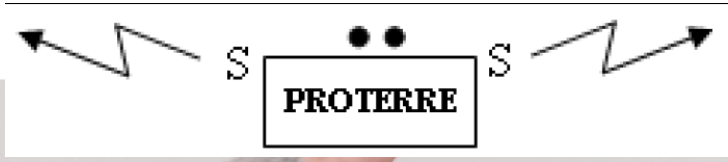
Prospective d'évolution technologique

SMET – déploiement armée américaine 2021-2024
Robot mule semi-autonome pour assister les fantassins

Projet XQ-58A Valkyrie de l'US Air Force
Sécurise le chemin pour les avions à pilote

La question n'est pas « si » mais « quand » les robots auront des capacités de renseignement, identification de cible, voire de tir. Par exemple, les munitions rodeuses ou le Kargu-2 turc.

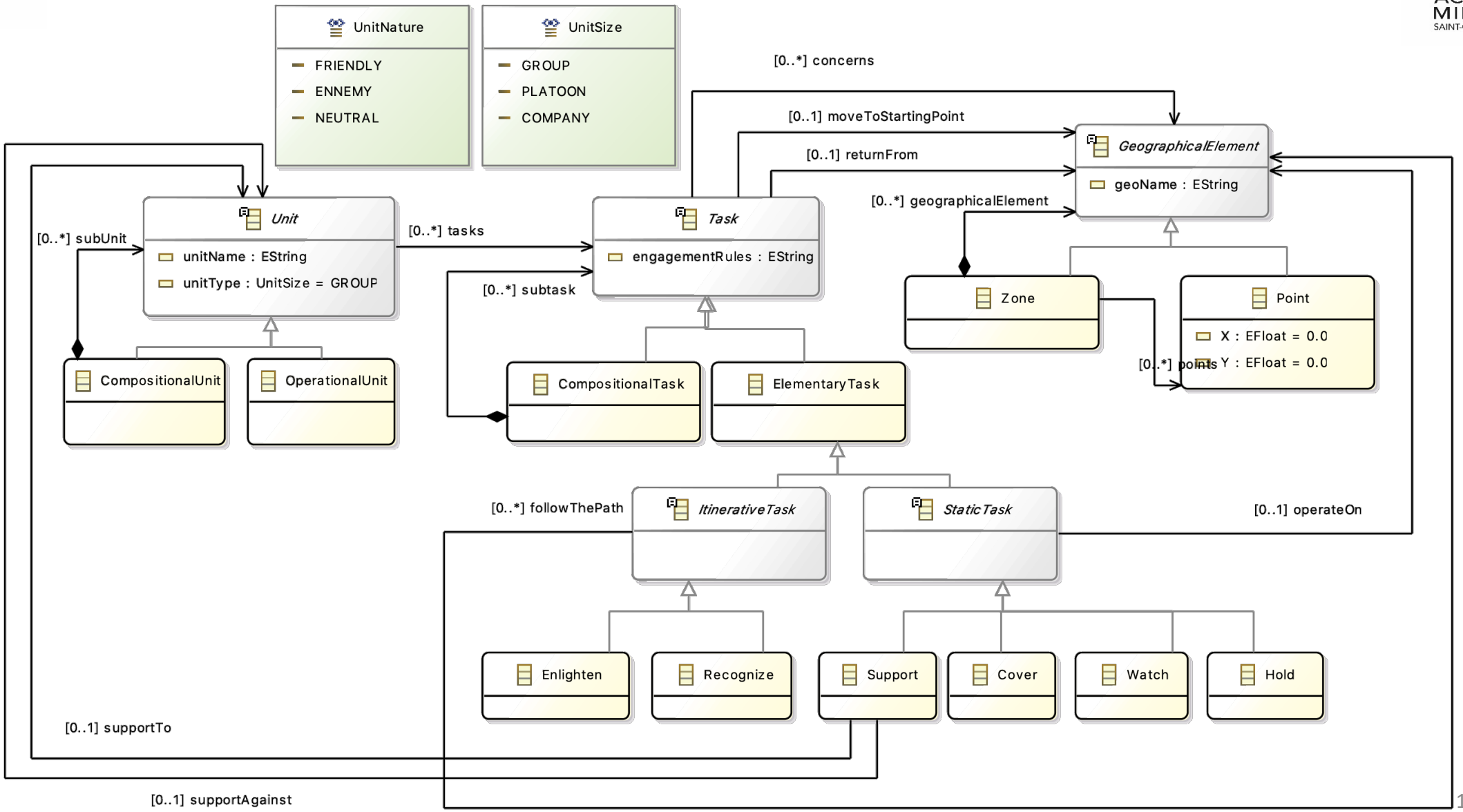
IDM pour des interfaces multimodales



Métamodèle

Langage abstrait des ordres

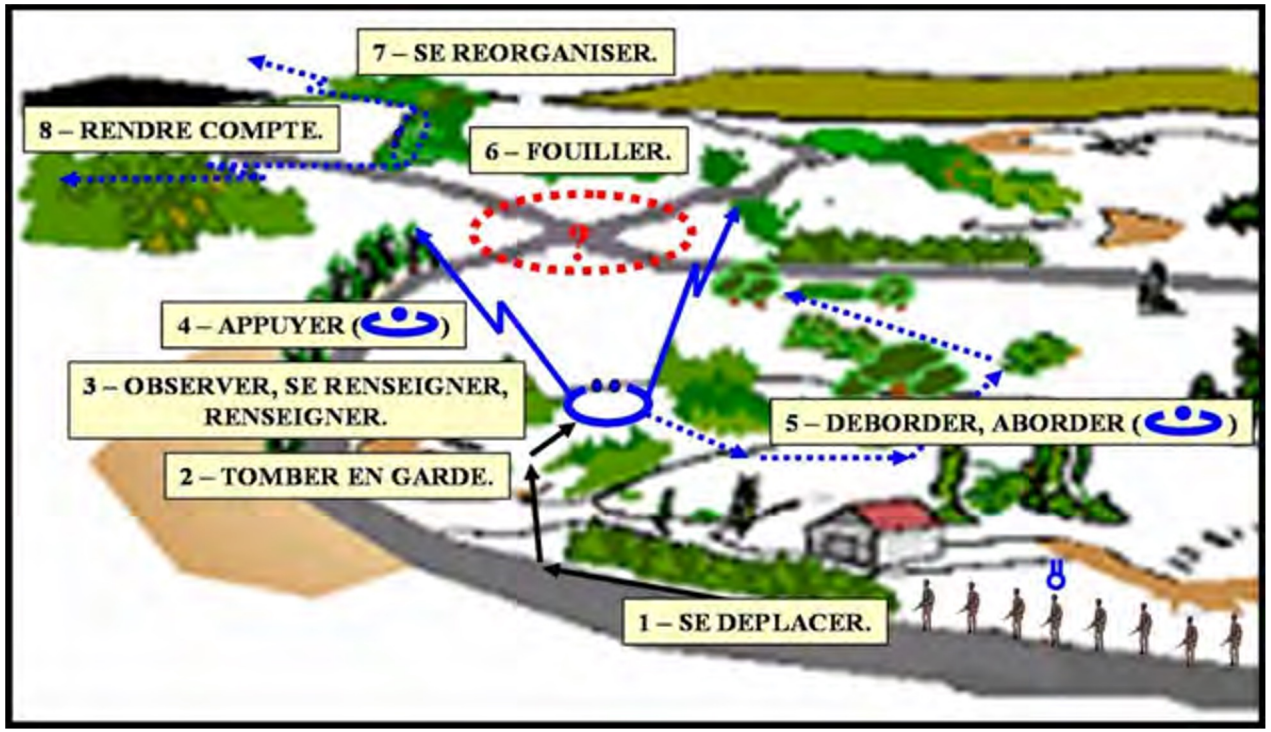
Un extrait d'un métamodèle possible



Métamodèle – une transcription d'éléments de doctrine

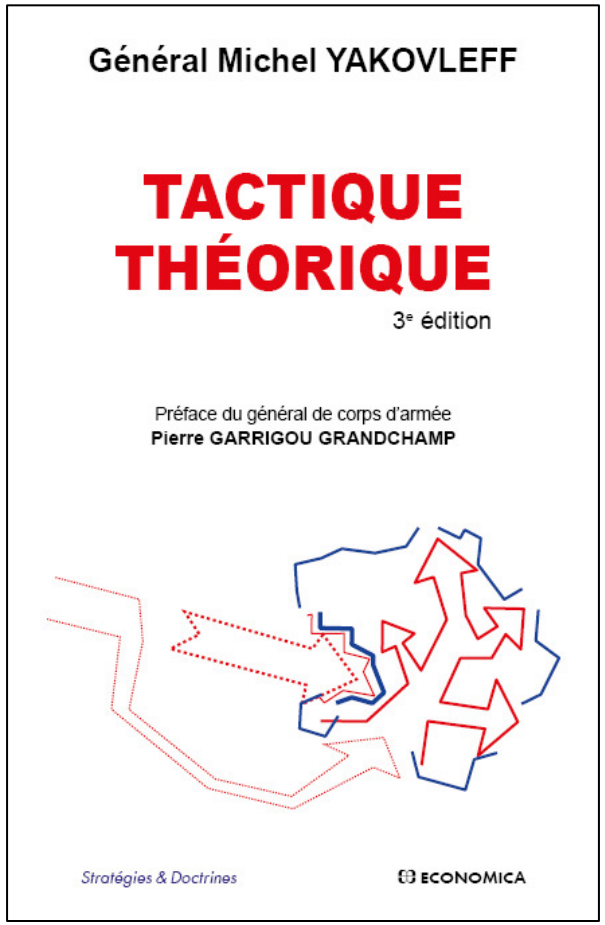
PROTERRE (TTA 150)

- Organisation typique jusqu'à la compagnie
- Actes élémentaires, missions et procédés à chaque échelon, et leur décomposition typique



GROUPE 0/2/6	- Reconnaître - Éclairer - Surveiller - Appuyer - Couvrir - Tenir	- La patrouille (Patrouiller) - Réagir à une embuscade - Rompre le contact - Réaliser un point de contrôle routier
SECTION 1/7/19	- Surveiller - Tenir - Interdire - Soutenir - Boucler un point, un quartier, un secteur	- La section engagée au contact des foules - La réaction à une embuscade - La patrouille (Patrouiller) - L'escorte de convoi (Escorter) - Réaliser un point de contrôle
COMPAGNIE 2 à 4 sections	- Surveiller - Tenir - Interdire - Soutenir - Boucler un point, une zone	- Engagement au contact des foules (ECF)[11] - Escorter un convoi - Réagir à une embuscade - Participer à l'armement d'un centre d'évacuation[12]

Encore plus proche d'une démarche d'ingénierie



- Des concepts spécifiques à la tactique
  - Choc de volontés, liberté d'action, initiative, friction, brouillard de la guerre, effet majeur, syncope, etc.
- Des études de cas historiques remarquables
- Un catalogue de « coups tactiques » issus des cas étudiés
  - Boîte à idées tactiques

Conclusions sur les opérations militaires

- Proximité entre la manière d'aborder la tactique et la manière d'aborder la conception logicielle
  - →Une des motivations pour considérer le domaine des opérations militaires

- Opérations militaires comme un cas d'étude ou domaine applicatif
  - Des systèmes sociotechniques
  - Lien avec l'ingénierie des programmes d'armement
    - →Système de systèmes
    - →Interfaces système-système, homme-système & homme-homme – unités mixtes
  - Dans un environnement contraint

- Transposable à d'autres domaines

MINISTÈRE
DES ARMÉES
Liberté
Égalité
Fraternité

ACADÉMIE
MILITAIRE
SAINT-CYR COËTQUIDAN

Système de systèmes et ses reconfigurations

En collaboration avec Isabelle Borne, Franck Petitdemange

Système de systèmes

Selon Maier (1998)

- Indépendance opérationnelle des constituants: pas exclusivement au service du système de systèmes
- Indépendance managériale des constituants: effectivement opérés indépendamment du système de systèmes
- Par construction, également: distribué, avec comportement émergent et développement évolutionnaire

En pratique, niveau d'indépendance des constituants gradués

Ingénierie d'un système de systèmes

- Identification des missions opérationnelles et des rôles
- Standardisation des interactions et des interfaces

MINISTÈRE DES ARMÉES
Liberté
Égalité
Fraternité

SysML – modélisation de l'architecture d'un système

ACADÉMIE MILITAIRE
SAINT-CYR COËTQUIDAN

Langage de modélisation d'architecture système

- UML, étendu au-delà du logiciel, pour l'ingénierie des systèmes
  - Notations « boîtes et traits »
  - Langage abstrait sous-jacent

- Cible le cycle de vie complet du logiciel
  - De l'ingénierie des besoins à la validation
  - Aspects structurels et comportementaux

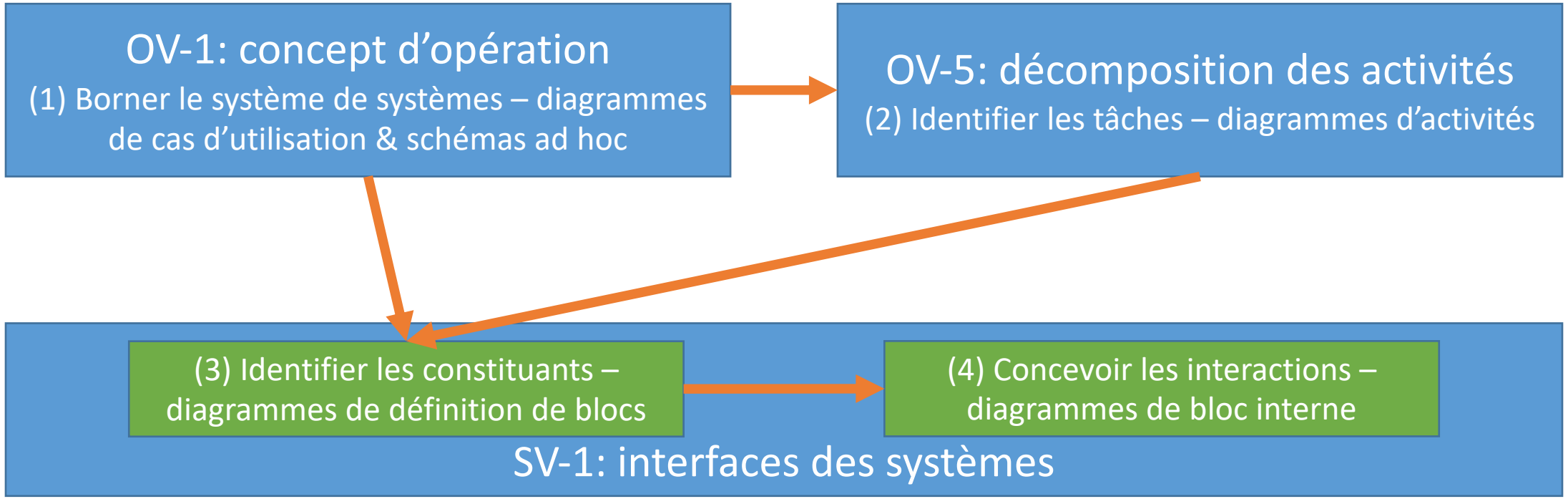
MINISTÈRE DES ARMÉES
Liberté Égalité Fraternité

NAF – NATO Architecture Framework

ACADÉMIE MILITAIRE SAINT-CYR COËTQUIDAN

					Behaviour					
	Taxonomy	Structure		Connectivity	Processes	States	Sequences	Information	Constraints	Roadmap
Concepts	C1 Capability Taxonomy NAV-2, NCV-2	C2 Enterprise Vision NCV-1		C3 Capability Dependencies NCV-4	C4 Standard Processes NCV-6	C5 Effects		C7 Performance Parameters NCV-1	C8 Planning Assumptions	Cr Capability Roadmap NCV-3
	C1-S1 (NSOV-3)									
Service Specifications	S1 Service Taxonomy NAV-2, NSOV-1	S2 Service Structure NSOV-2, 6, NSV-12		S3 Service Interfaces NSOV-2	S4 Service Functions NSOV-3	S5 Service States NSOV-4b	S6 Service Interactions NSOV-4c	S7 Service I/F Parameters NSOV-2	S8 Service Policy NSOV-4a	Sr Service Roadmap
Logical Specifications	L1 Node Types NOV-2	L2 Logical Scenario NOV-2	L2-L3 (NOV-1)	L3 Node Interactions NOV-2, NOV-3	L4 Logical Activities NOV-5	L5 Logical States NOV-6b	L6 Logical Sequence NOV-6c	L7 Information Model NOV-7	L8 Logical Constraints NOV-6a	Lr Lines of Development NPV-2
					L4-P4 (NSV-5)					
Physical Resource Specifications	P1 Resource Types NAV-2, NCV-3, NSV-2a,7,9,12	P2 Resource Structure NOV-4,NSV-1		P3 Resource Connectivity NSV-2, NSV-6	P4 Resource Functions NSV-4	P5 Resource States NSV-10b	P6 Resource Sequence NSV-10c	P7 Data Model NSV-11a,b	P8 Resource Constraints NSV-10a	Pr Configuration Management NSV-8
Architecture Foundation	A1 Meta-Data Definitions NAV-2	A2 Architecture Products NAV-1		A3 Architecture Correspondence ISO42010	A4 Methodology Used NAF Ch2	A5 Architecture Status NAV-1	A6 Architecture Versions NAV-1	A7 Architecture Compliance NAV-3a	A8 Standards NTV-1/2	Ar Architecture Roadmap

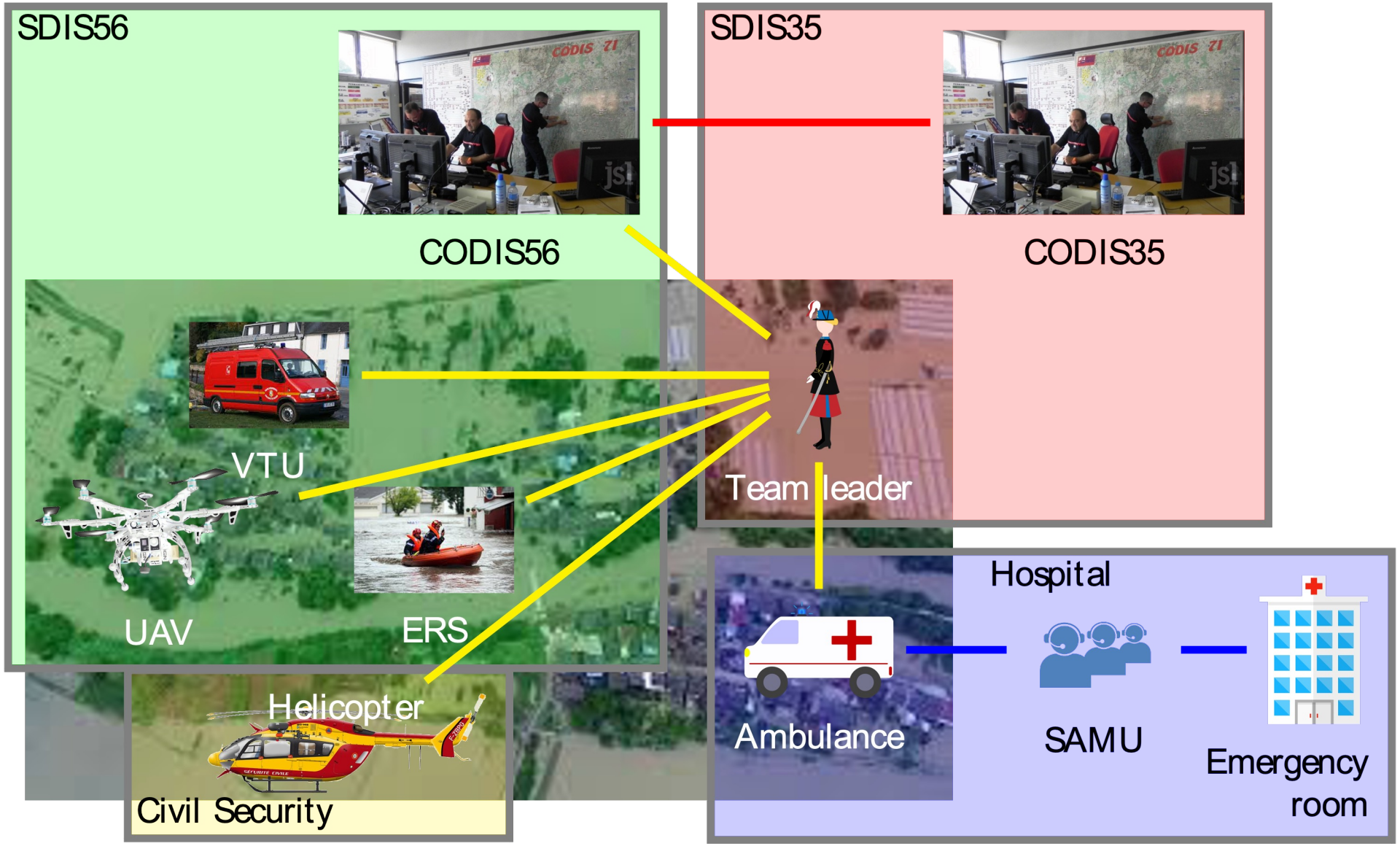
Un extrait de DoDAF – ciblé pour la reconfiguration



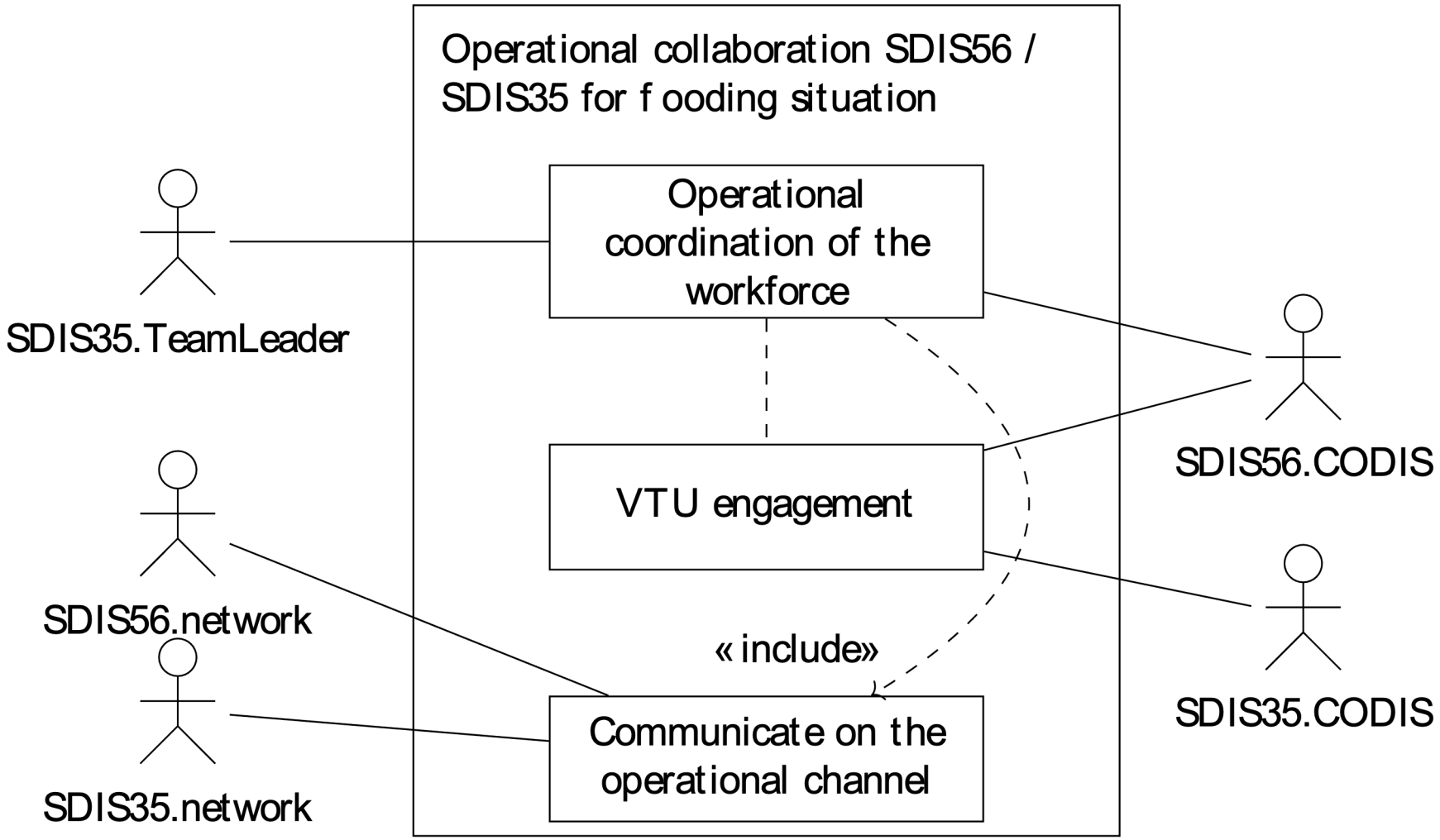
MINISTÈRE DES ARMÉES
Liberté Égalité Fraternité

Un exemple – OV-1 pour borner le système de systèmes

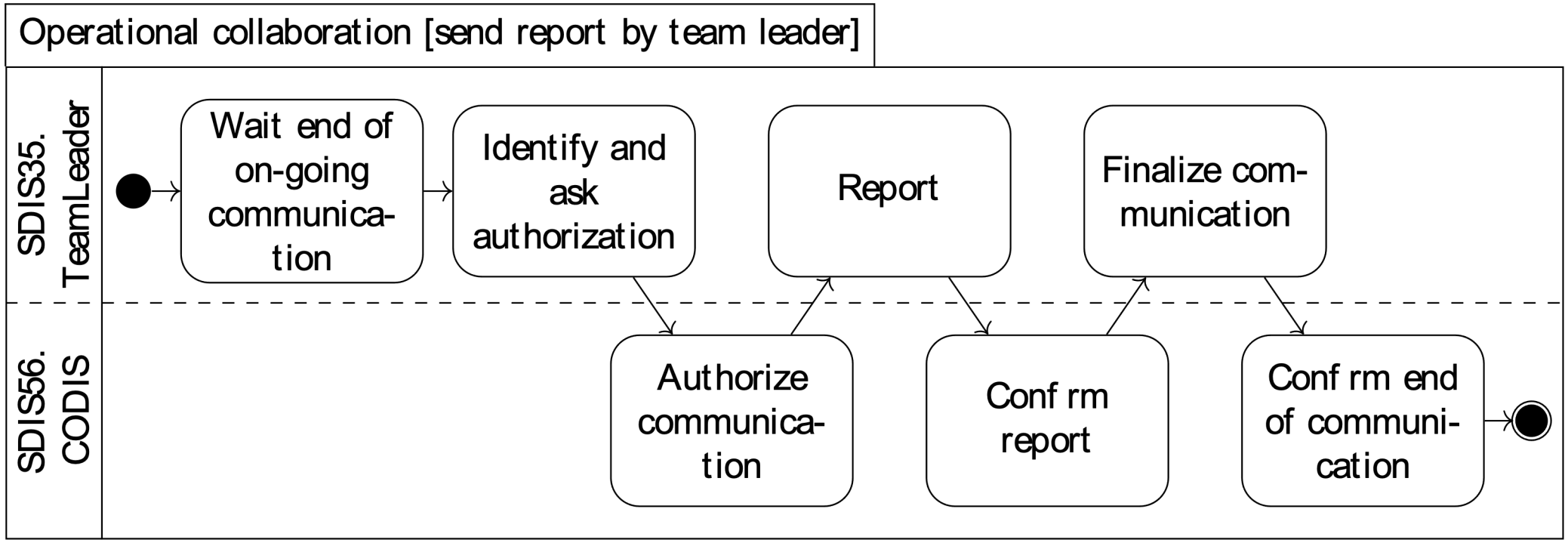
ACADÉMIE MILITAIRE SAINT-CYR COËTQUIDAN



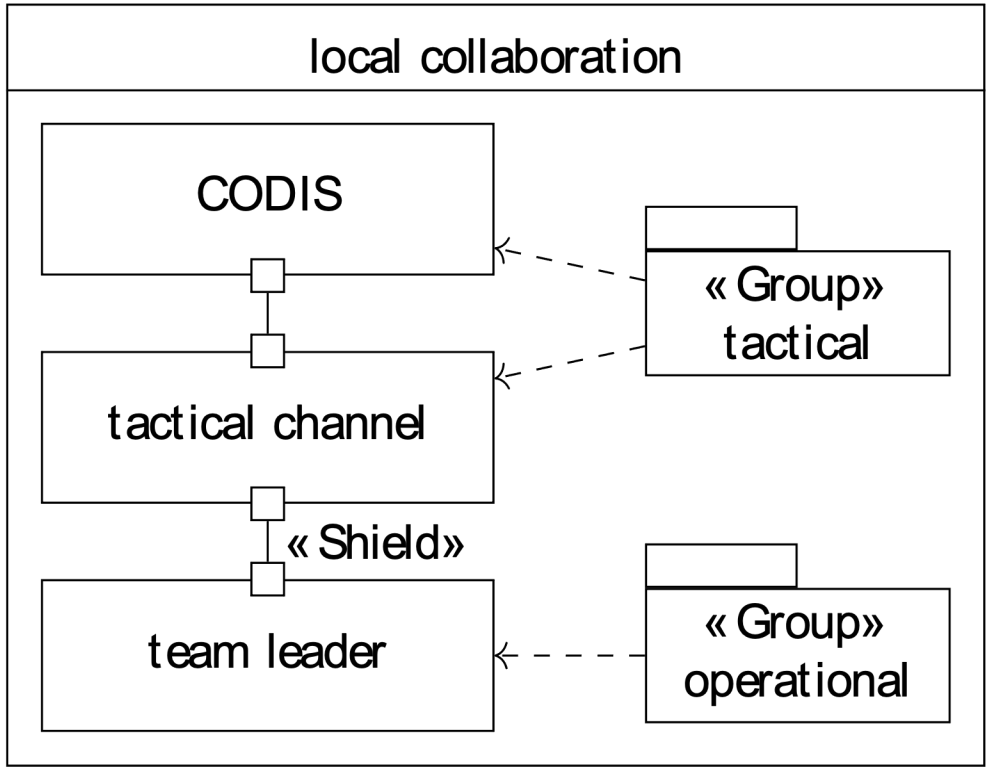
Un exemple – OV-1 pour borner le système de systèmes



Un exemple – OV-5 pour identifier les tâches



Un exemple – OV-5 pour identifier les tâches

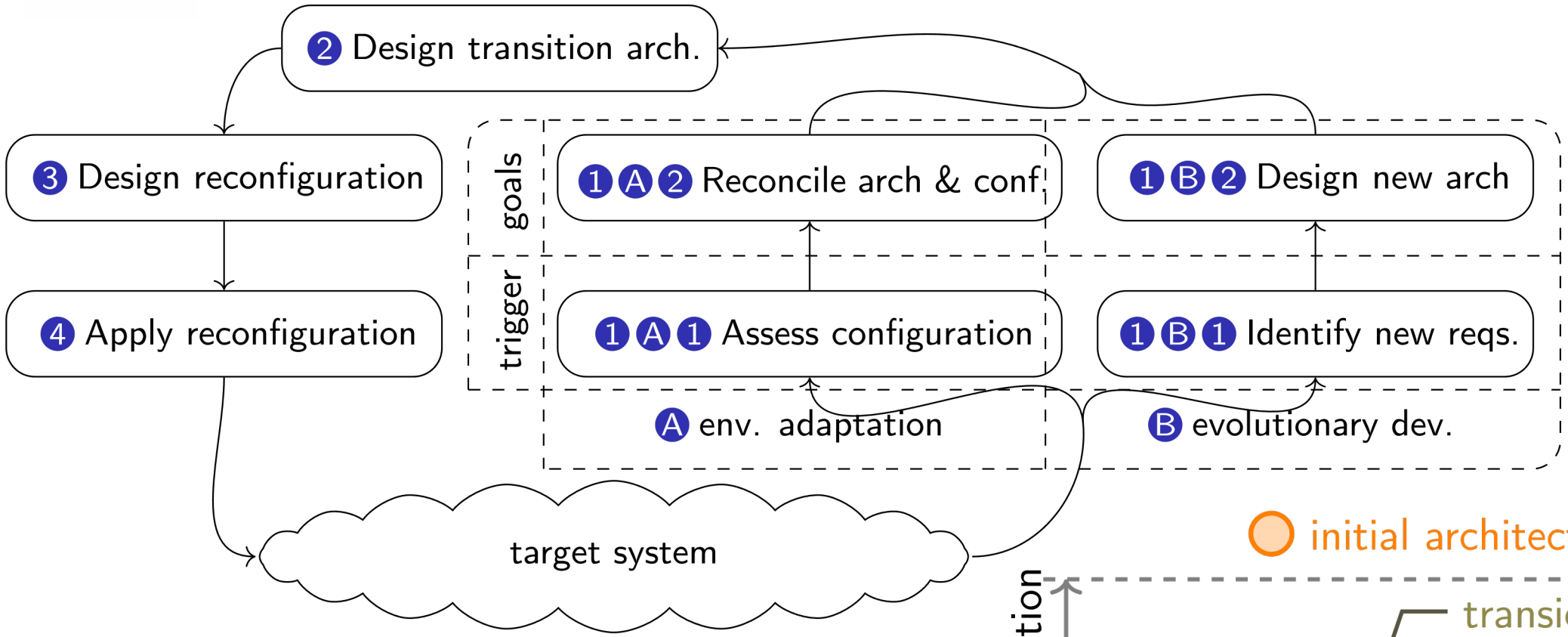


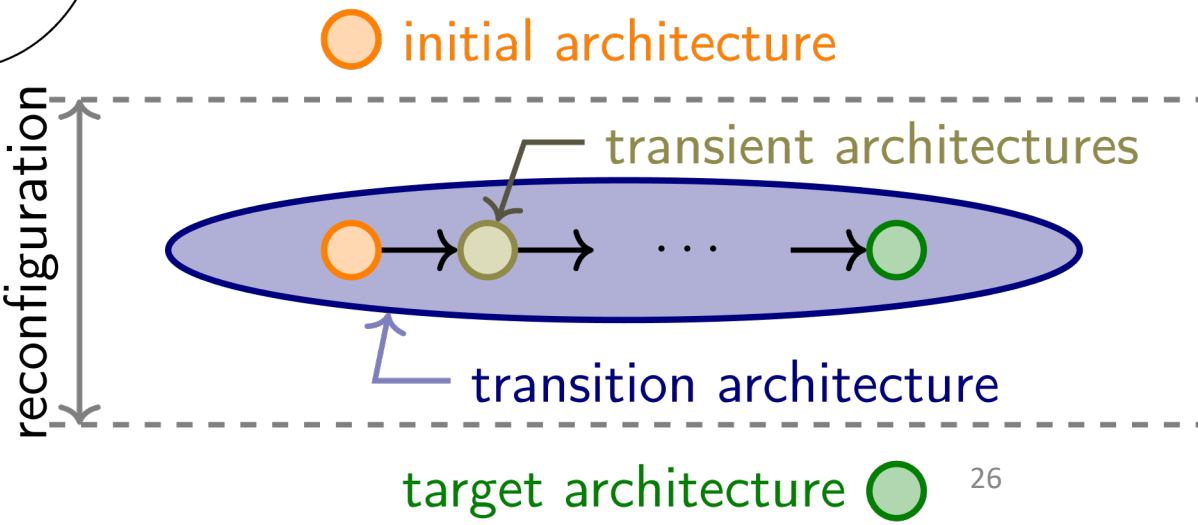
Utilisation de primitives architecturales pour modéliser des règles organisationnelles

- Par exemple, le patron layer pour modéliser la hiérarchie dans la chaîne de commandement

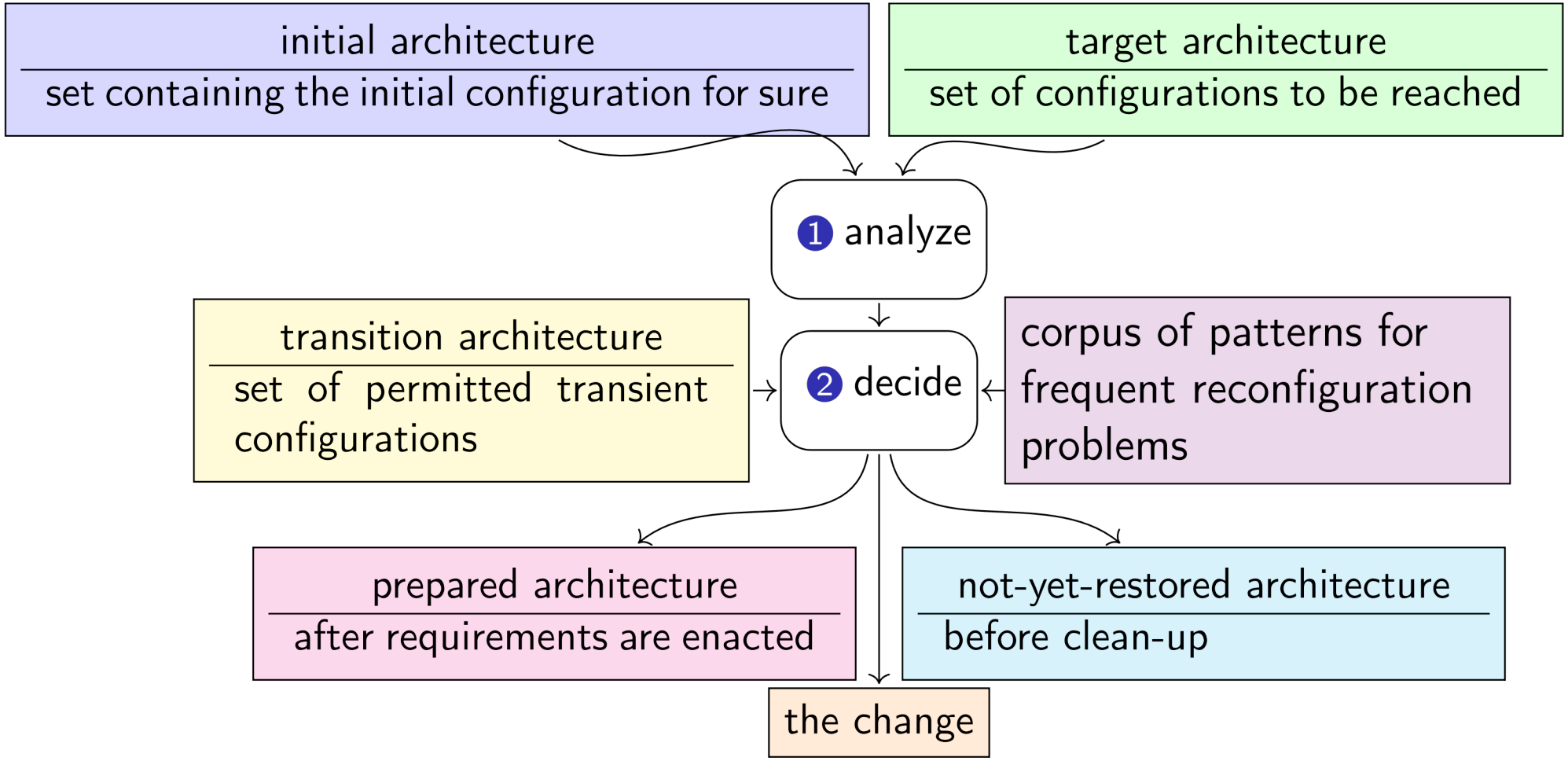
Interprétation comme contrainte sur les configurations possibles du système de systèmes

Cycle de vie d'une reconfiguration





Cycle de vie d'une reconfiguration



MINISTÈRE DES ARMÉES
Liberté
Égalité
Fraternité

Conclusions sur la reconfiguration

ACADÉMIE MILITAIRE
SAINT-CYR COËTQUIDAN

- Ingénierie d'un système de systèmes
  - Basé sur l'ingénierie dirigée par les modèles
  - SysML, un langage de modélisation de choix
  - Des cadres d'architecture matures

- Reconfiguration comme développement évolutionnaire & pour maintenir l'architecture
  - Processus de conception descendante
  - Au niveau architectural, puis s'implémente en utilisant divers mécanismes

MINISTÈRE
DES ARMÉES
Liberté
Égalité
Fraternité

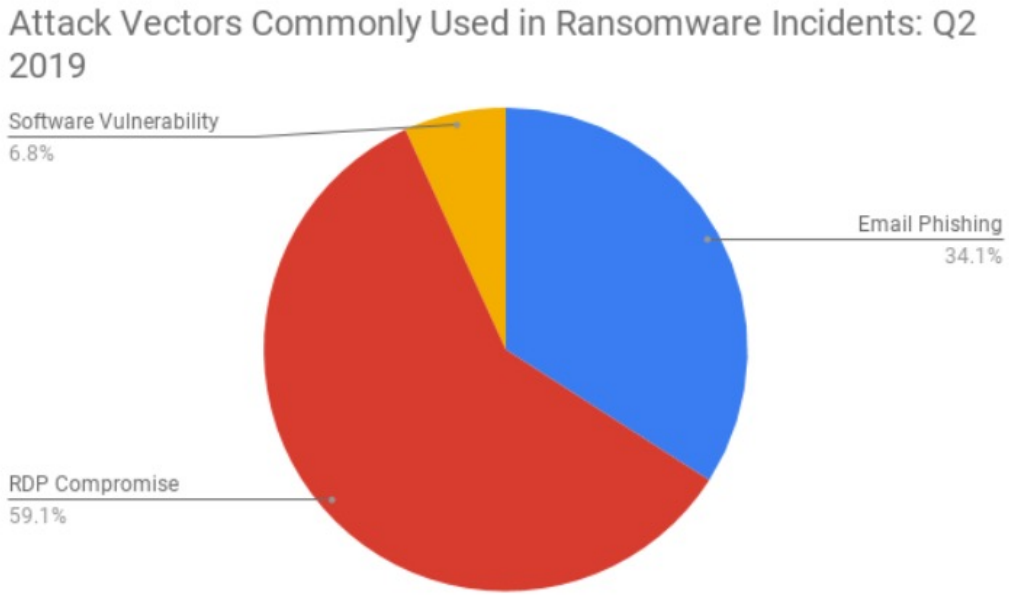
ACADÉMIE
MILITAIRE
SAINT-CYR COËTQUIDAN

Vulnérabilités humaines dans un système de systèmes sociotechnique

En collaboration avec Paul Perrotin, Salah Sadou,
Antoine Beugnard, David Hairion, Paul Perrotiin

Humain comme principal facteur de vulnérabilité

- L'humain est le vecteur principal dans ces attaques
  - En 2016 il représentait le vecteur principal d'attaque de systèmes [Verizon2016]
  - Dans certains cas la responsabilité humaine s'envole a 93 % [Veolia]
- L'exploitation des biais cognitifs
- La fatigue et la robustesse des individus peuvent jouer dans une cyberattaque
- Une faible sensibilité des utilisateurs aux incidents cyber



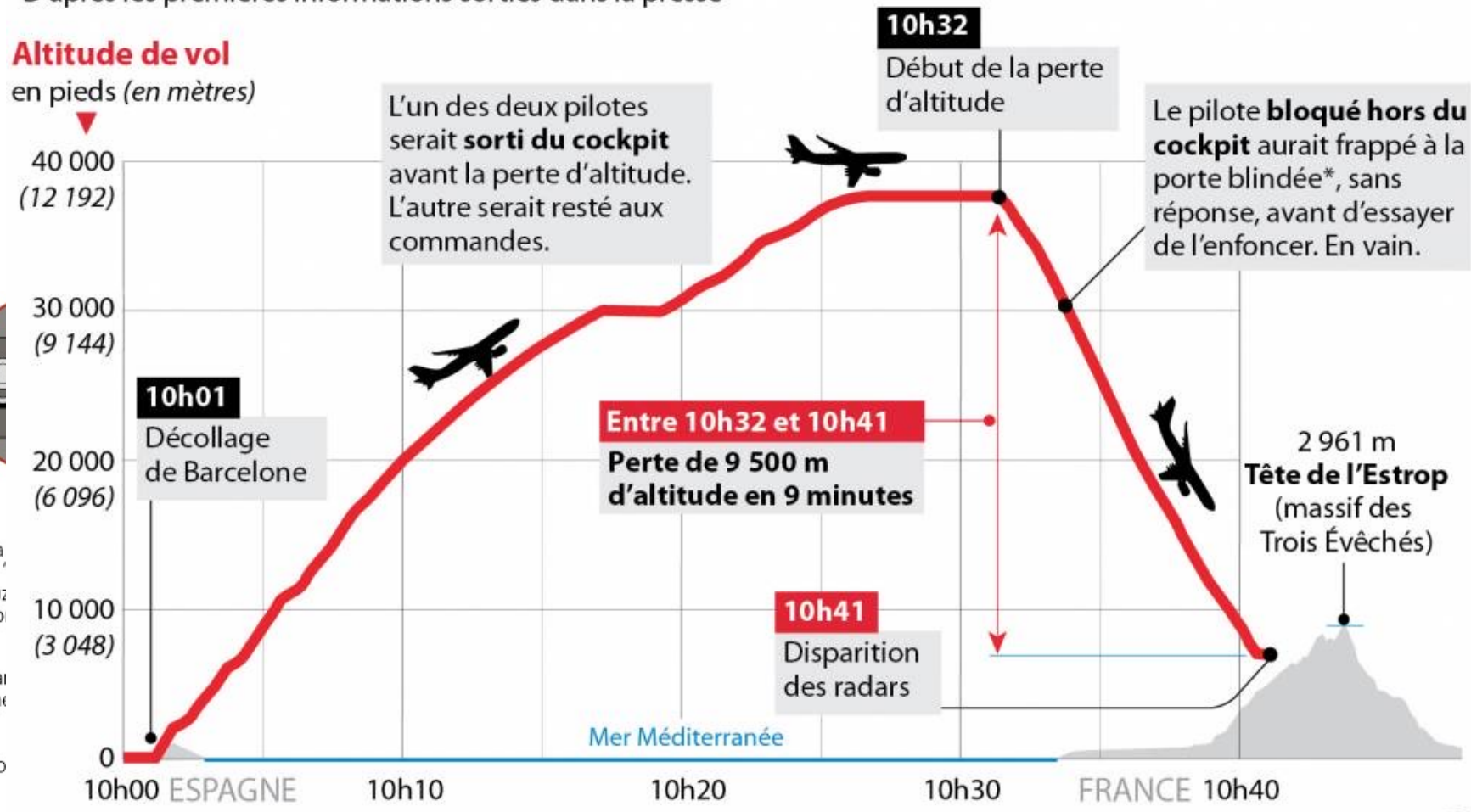
MINISTÈRE DES ARMÉES
Liberté Égalité Fraternité

Un exemple de vulnérabilité exploitée par un humain

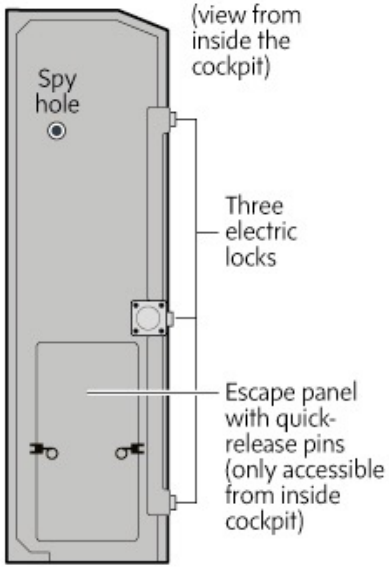
ACADÉMIE MILITAIRE SAINT-CYR COËTQUIDAN

Crash de l'A320 de Germanwings : la trajectoire de vol

D'après les premières informations sorties dans la presse



*Depuis le 11 septembre, la porte du cockpit des avions de ligne est blindée, protégée par un code d'accès et verrouillable de l'intérieur.



DOOR LOCK SWITCH

Pilots usually fly in "norm" mode which means the cockpit door is locked. To exit or allow access to the cabin (under proper protocol), the switch is toggled to "unlock."

• Proper protocal to access the cabin is to contact the pilots via the interphone, then press the ' on the keypad to sound the buz Then, the pilots unlock the doo

• Certain crew members have a emergency-access code that th can enter from the keypad if the pilots are unresponsive. After a 30-second wait, the doo will unlock for 5 seconds.

Un autre cas – involontaire

21/08/2017 : collision USN John McCain avec un supertanker

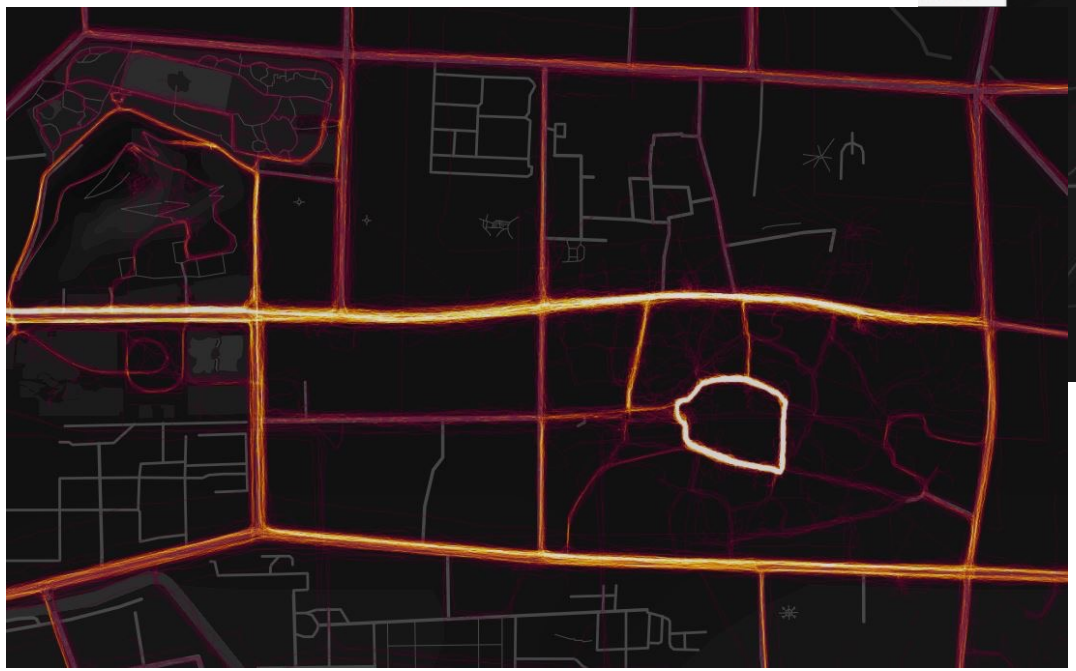
- Passage d'information entre les quarts → fatigue
- Erreur d'interprétation sur les IHM
  - Ecrans tactiles complexes
  - Mauvais retour haptique sur les équipements

→ saturation cognitive

Les systèmes ont fonctionné nominalement, pas les opérateurs (perte de contrôle et perte des procédures)

MINISTÈRE DES ARMÉES
Liberté
Égalité
Fraternité

Vulnérabilité introduite par l'écosystème



ACADÉMIE MILITAIRE
SAINT-CYR COËTQUIDAN

Une vulnérabilité humaine déclenchant un incident cyber

Février 2019

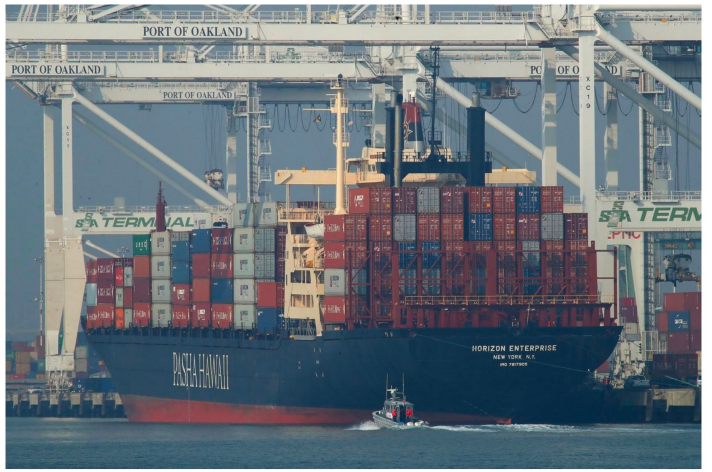
- Navire à fort tirant d'eau
- Intervention des gardes côtes américains
- Présence d'un malware dégradant l'informatique à bord
- Pas de politique de sécurité autour des systèmes d'information
- Des usages risqués tel que le transfert d'informations entre le port et le navire par clés USB

Introduction du malware par les opérateurs. Non respect des mesures élémentaires de sécurité

PRO CYBER NEWS

U.S. Coast Guard Warns Shipping Industry on Cybersecu

Hackers attempted to digitally seize control of a vessel in February, an incident that shows risks the secto



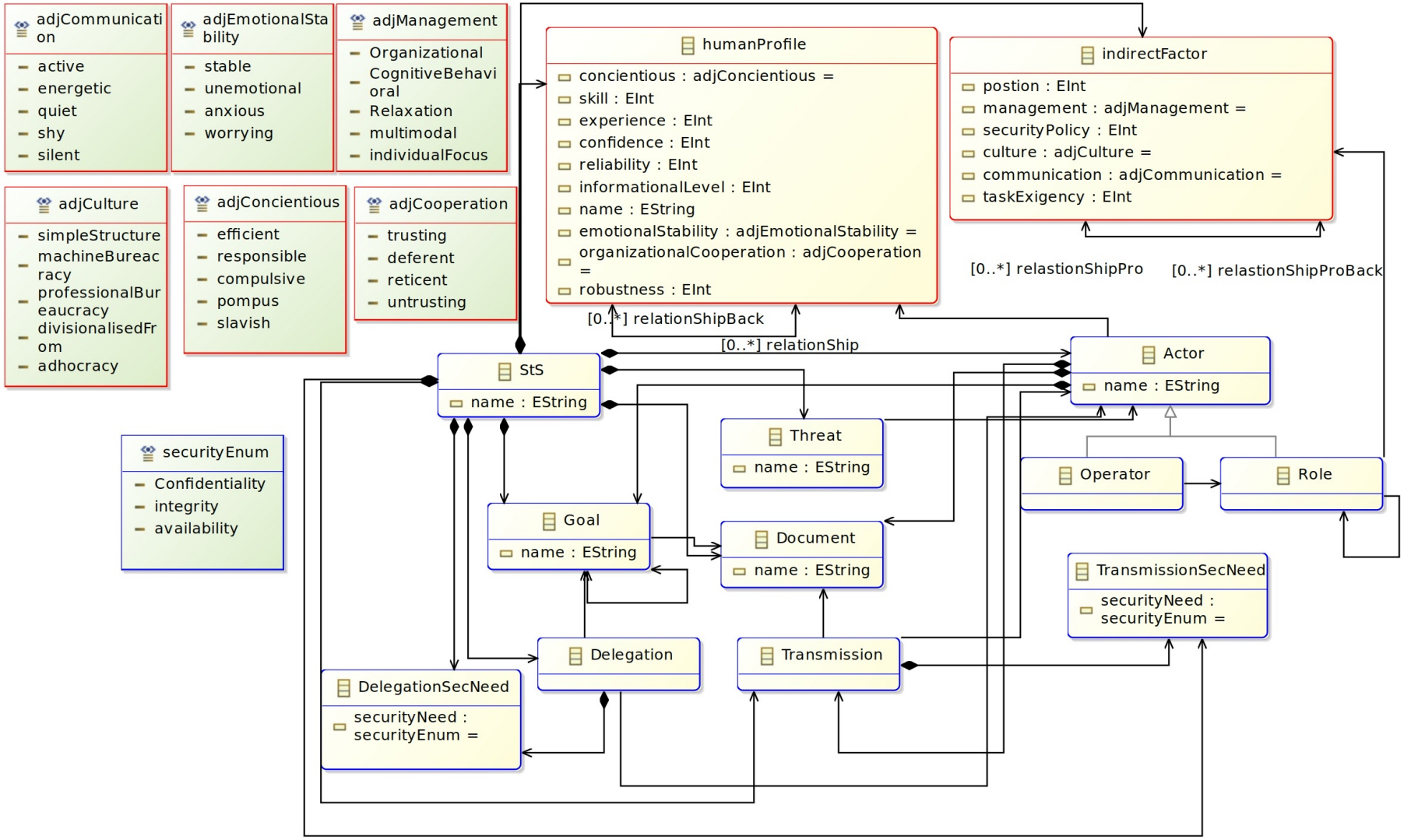
A container ship in the Port of Oakland in California dwarfs a Coast Guard vessel in the foreground.

PHOTO: BEN MARGOT/ASSOCIATED PRESS

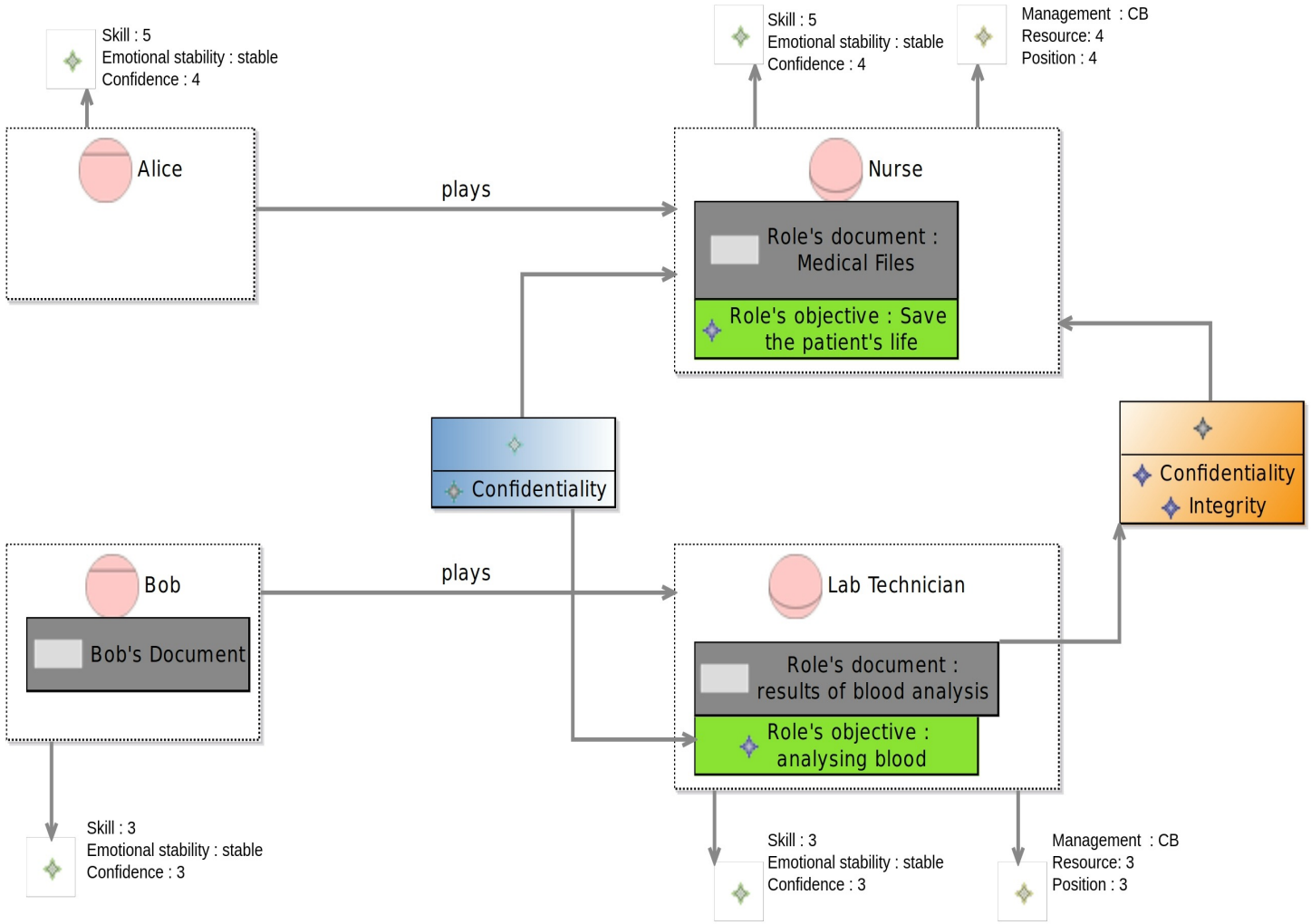
By James Rundle
July 11, 2019 5:30 am ET

https://www.wsj.com/articles/u-s-coast-guard-warns-shipping-industry-on-cybersecurity-11562837402?mod=article_inline

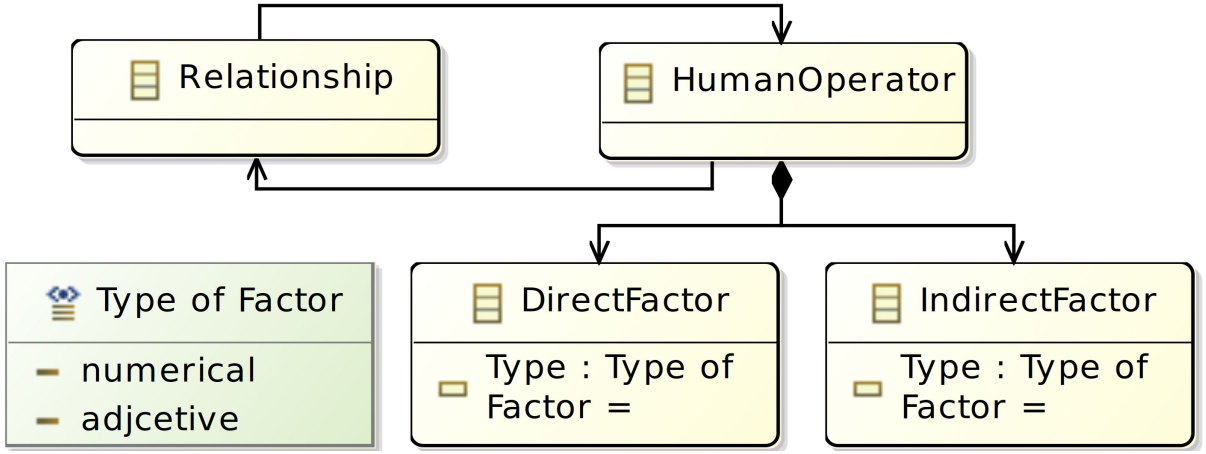
Langage abstrait de l'architecture des opérateurs



Un cas d'étude simple



Modélisation des facteurs humains



Facteurs directs: caractérisent l'humain
Facteurs indirects: caractérisent l'environnement

Facteurs **directs** (caractérisent l'humain)

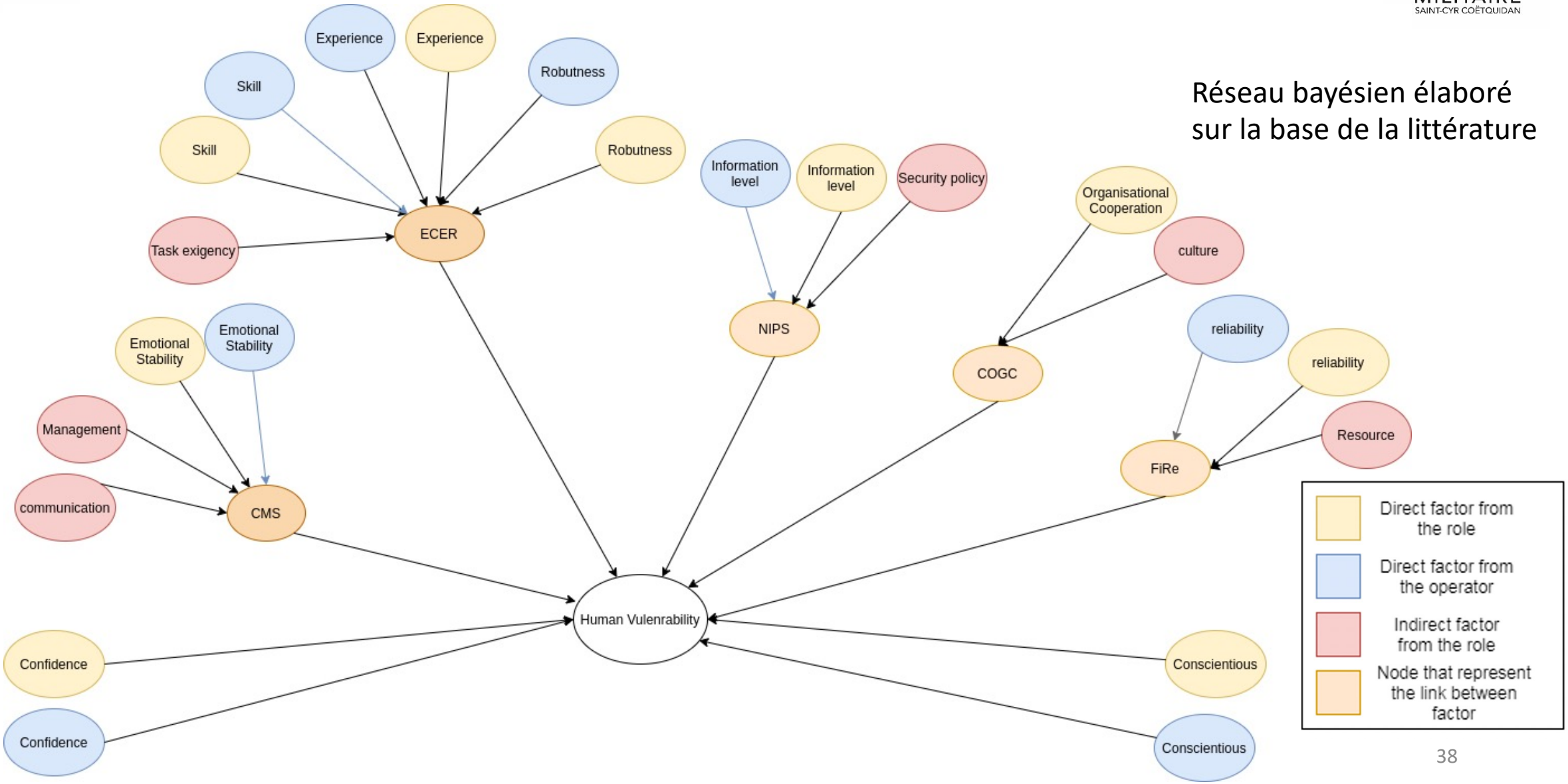
- Compétence
- Expérience
- Robustesse
- Stabilité émotionnelle
- Confiance
- Consciencieux
- Fiabilité
- Niveau informationnel
- Coopération Organisationnelle

Facteurs **Indirects** (caractérisent son contexte de travail)

- Communication
- Management
- Exigence de la tache
- Politique de sécurité
- Culture
- Ressource

Interprétation des facteurs humains par réseau bayésien

Réseau bayésien élaboré sur la base de la littérature



Conclusion sur les vulnérabilités humaines

- Objectifs initiaux
  - Caractériser le facteur humain
  - Définir la vulnérabilité humaine
  - Détecter la vulnérabilité d'un système de systèmes en lien avec la vulnérabilité humaine
  - Définir des modèles de propagation sur la vulnérabilité humaine

- Plusieurs cas d'études, plusieurs scénarios par cas
  - Validation en lien avec un industriel, interviews avec plusieurs experts

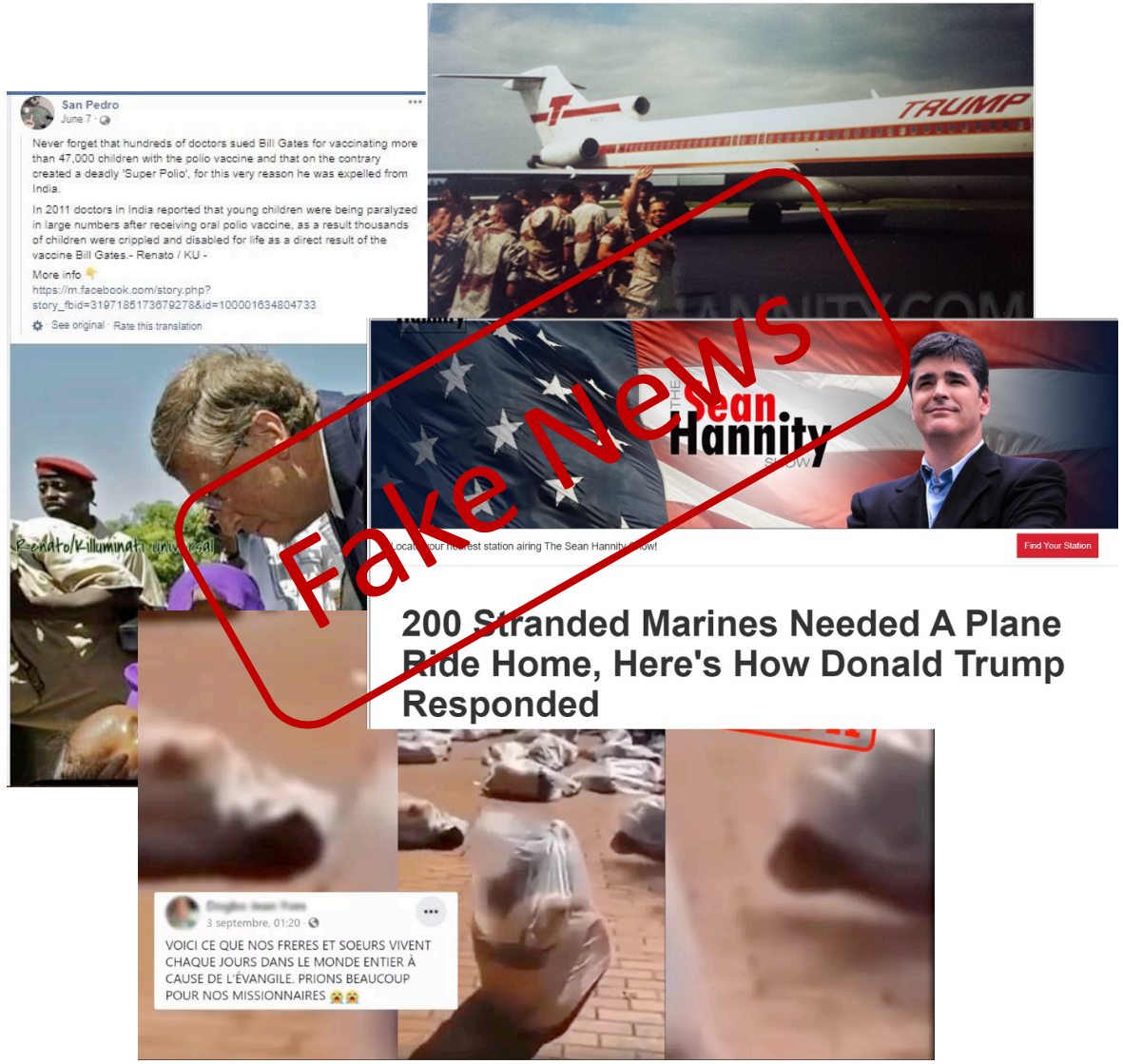
MINISTÈRE
DES ARMÉES
Liberté
Égalité
Fraternité

ACADÉMIE
MILITAIRE
SAINT-CYR COËTQUIDAN

Fausses informations

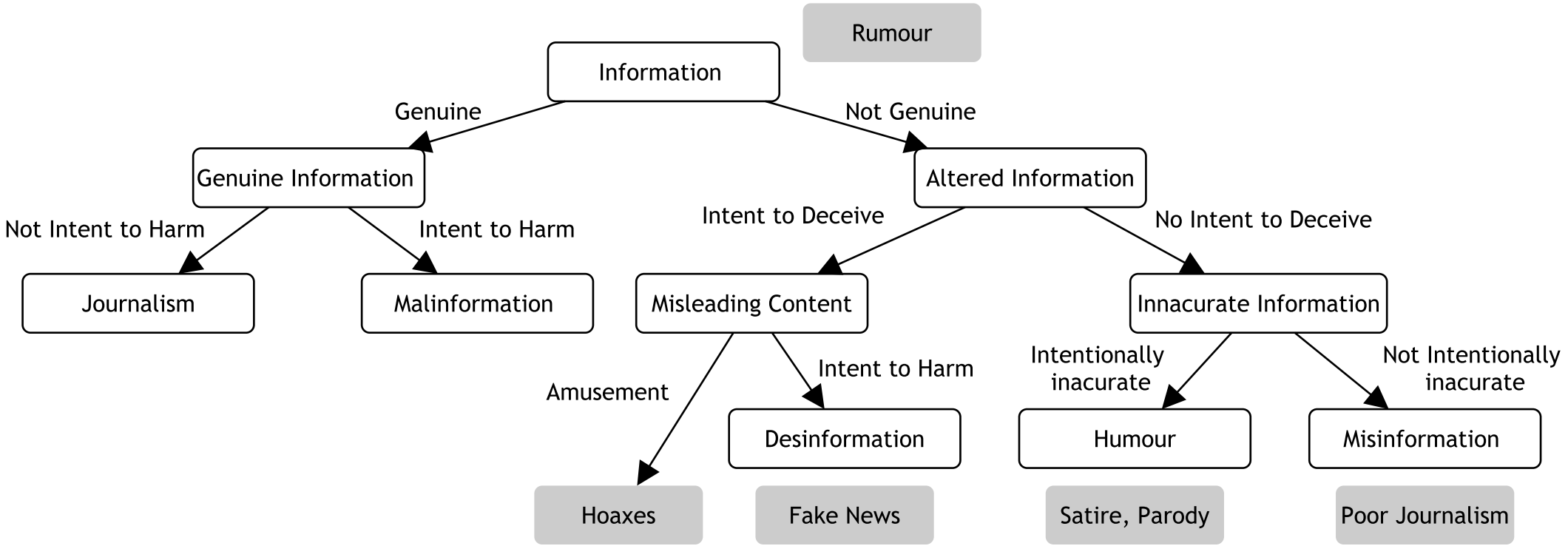
En collaboration avec Wassila Ouerdane, Oscar Pastor

Fake news: a hot topic



- Fake news are an increasing informational hot topic
  - Conspiracy, Covid, Ukraine-Russia war, …
- Fake news detection is becoming more and more automatized
  - Human fact checking is not rapid enough to detect them
- Fake news generation can be necessary in several context
  - influence, politics, …
- Need to provide ad-hoc tools
  - Characterizing exactly what a fake news is: first step

Fake news into the information ecosystem



Proposed classification

Fake news are not created for fun

- Built on a generic pattern
  - Strategic level, an operational level and a tactical level

- 65% of the false information about vaccination and Covid-19 came from just 12 people
  - Strategic level: information war against vaccines
  - Operational level: targets vaccines against Covid
  - Tactical level: set of fake news about Covid vaccin

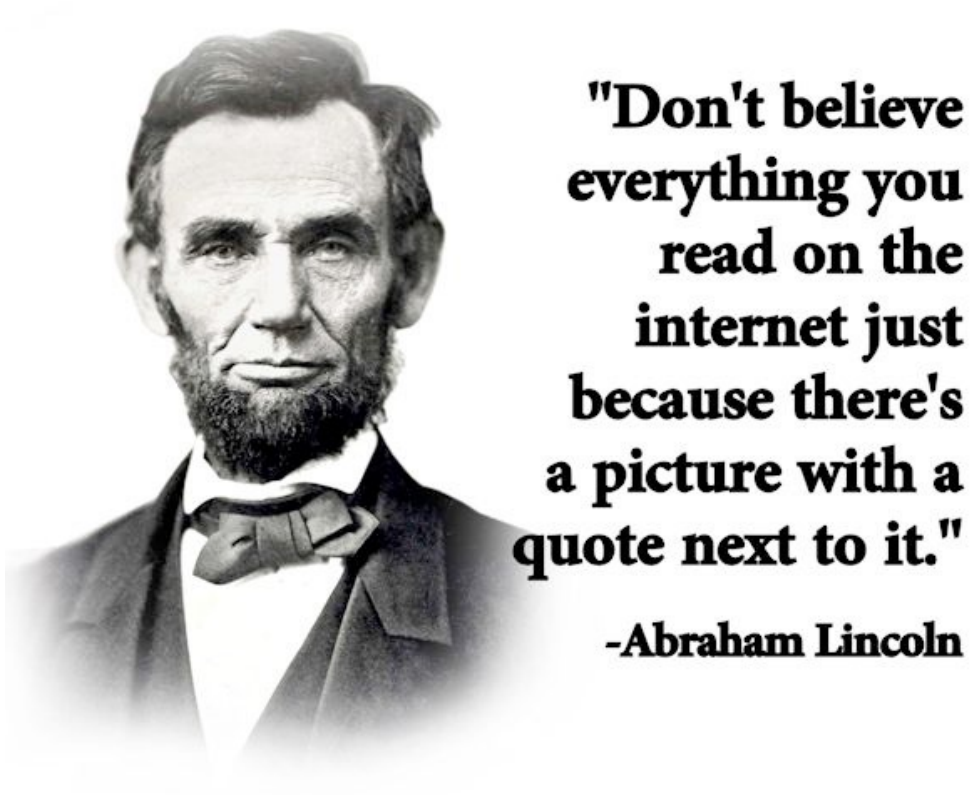
- Identification off all levels is sometimes difficult

Fake news create a distortion between real and false facts

- Real fact
  - Mrs Clinton fainted during a ceremony for the 9-11 victims in New York
  - Faintness is due to a pneumonia diagnosed some days ago
- False fact
  - She was diagnosed with brain cancer and had only six months left to live

- Need to be able to identify what are the real and false facts that constitute it.
  - A fake news can be made from a political statement, from an occurred event or from real data such as picture or video.
  - False facts can be: totally fakes, deformation of a real fact, combination of real facts with no concrete link between them

Fake news credibility: the authority notion



- Fake news creators need to increase fake news credibility
  - Intern
    - The authority is a renowned entity, referring to a per- son or an institute from whom the information released originates
  - Extern
    - well-known historical personalities whose words or actions are considered as a general truth
  - False
    - a real person with nothing to do with the fact at hand or a made-up person (a supposed expert in the area)

MINISTÈRE DES ARMÉES
Liberté
Égalité
Fraternité

Fake news: targets and cognitive process based on emotions

ACADÉMIE MILITAIRE
SAINT-CYR COËTQUIDAN

- Aims to influence the opinion of its target by generating an emotional charge
  - leads them to draw certain conclusions and change their mind about a topic
- "The goal of the Fake News is to" + goal + opinion + "among" + target

- Using both sides of the brain
  - System 1 "is the brain's fast, automatic, intuitive approach"
  - System 2 is "the mind's slower, analytical mode, where reason dominates"
- By generating emotions among readers, fake news prevents readers from awakening system 2 and forces them to think in an emotional state

Our definition

A Fake news is false but verifiable news composed of false facts based on real ones. Crafted in a way to trigger an emotional load, it aims to deceive its readers and influence their opinion through an implicit conclusion.

MINISTÈRE
DES ARMÉES
Liberté
Égalité
Fraternité

ACADÉMIE
MILITAIRE
SAINT-CYR COËTQUIDAN

Conclusion

Conclusion

- Domaine militaire: offre plusieurs opportunités d'utiliser les méthodes de l'ingénierie logiciel & système
  - L'opération elle-même
  - Les équipements et les organisations associées

- Conceptualisation, définition de langages abstraits, définition de langages concrets associés, analyses

- Un contexte particulier, mais des cas majoritairement duaux militaires-civils

MINISTÈRE DES ARMÉES
Liberté
Égalité
Fraternité

Une partie de notre bibliographie en lien avec cet exposé

ACADÉMIE MILITAIRE
SAINT-CYR COËTQUIDAN

Paul Perrotin, Nicolas Belloir, Salah Sadou, David Hairion, Antoine Beugnard: HoS-ML: Socio-Technical System ADL Dedicated to Human Vulnerability Identification. ICECCS 2022: 1-6

Nicolas Belloir, Wassila Ouerdane, Oscar Pastor, Émilien Frugier, Louis-Antoine de Barmon: A Conceptual Characterization of Fake News: A Positioning Paper. RCIS 2022: 662-669

Nicolas Belloir, Jérémy Buisson, Lionel Touseau: Model-Driven Engineering as the Interface for Tactical Operation Order of Mixed Robot/Human Platoons. MICRADS 2021: 662-669

Franck Petitdemange, Isabelle Borne, Jérémy Buisson: Design process for system of systems reconfigurations. Syst. Eng. 24(2): 69-82 (2021)

Jérémy Buisson, Jean Levrai Mbeck M, Nicolas Belloir: Digitalization in Next Generation C2: Research Agenda from Model-Based Engineering Perspective. SoSE 2020: 243-248

Nicolas Belloir, Jérémy Buisson, Olivier Bartheye: Metamodeling NATO Operation Orders: a proof-of-concept to deal with digitalization of the battlefield. SoSE 2019: 260-265

Franck Petitdemange, Isabelle Borne, Jérémy Buisson: Modeling System of Systems configurations. SoSE 2018: 392-399